



Zbrojenie niemetaliczne określa się również pojęciem „niekonwencjonalne”. Obejmuje ono wszystkiego rodzaju zbrojenia betonu, które są wykonane z materiałów innych niż stal, w tym szczególnie z kompozytów polimerowych zbrojonych włóknami, nazywanych z ang. fiber reinforced polymer – FRP. Pod tym terminem należy rozumieć zbrojenie nieaktywne tzn. niesprężane oraz niestanowiące zbrojenia rozproszonego, np. służącego do wykonywania fibrobetnów.

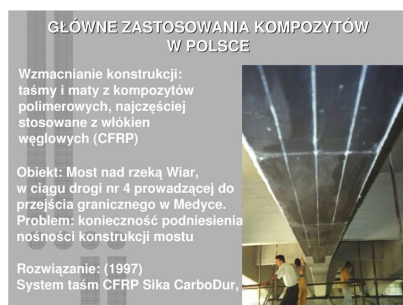
Zbrojenia niemetaliczne, zaliczane są do materiałów kompozytowych, które są już znane w Polsce, choć ich praktyczne zastosowania są nadal unikatowe. Przede wszystkim używane są do wzmacniania konstrukcji.

Taśmy i maty z kompozytów

Najczęściej wykorzystywane w budownictwie materiały kompozytowe to taśmy i maty. Zazwyczaj są wykonane z kompozytu polimerowego zbrojonego włóknem węglowym (CFRP). Jedną z pierwszych polskich konstrukcji, w której zastosowano taśmy i maty kompozytowe, był most nad rzeką Wiar, w ciągu drogi krajowej nr 4, prowadzącej do przejścia granicznego w Medyce. W tym przypadku powstała konieczność wzmocnienia konstrukcji obiektu w celu podniesienia jego nośności. Prace te wykonano w 1997 roku. - System taśm CFRP jest łatwy i szybki w aplikacji – zaznacza Przemysław Mossakowski z Instytutu Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej. Skuteczność tych rozwiązań w zakresie podniesienia nośności sprawdzaliśmy za pomocą prostego badania polegającego na obciążeniu belki żelbetowej. Wynik tego badania wskazał, że wzrost nośności takiej belki po zastosowaniu tej taśmy wyniósł 300 procent – podkreśla efekt.

Zbrojenie niemetaliczne w konstrukcjach mostowych

Utworzono: wtorek, 02, marzec 2010 08:30 Agnieszka Serbeńska



Przykładem obiektu, w którym elementy konstrukcyjne w całości lub w części zostały wykonane z kompozytów, to kładka komunikacyjna na terenie Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi (rozpiętość 20 m). Tu dla całej konstrukcji wykorzystano kompozyt GFRP, czyli zbrojony włóknem szklanym. Kładkę wykonano w 1997 roku.

Oczyszczalnie są jednym z tych miejsc, gdzie stosowanie kompozytów najlepiej się sprawdza. Środowisko otoczenia jest tam bowiem agresywne. - Jako przykład podam kładkę stalową, która powstała w tym samym czasie, a która funkcjonując w podobnych warunkach musiała być już trzykrotnie malowana, co też było problemem ze względu na silną jej korozję. Natomiast kładka z kompozytem nie wymagała dotąd żadnych zabiegów konserwacyjnych. Fakt, że była kilkakrotnie droższa od stalowej – zaznacza Przemysław Mossakowski.



Kolejnym przykładem zastosowań kompozytów jest kładka dla pieszych nad drogą S11 w Gądkach koło Poznania. Pomost wykonano z płyt kompozytowych GFRP, a więc zbrojonych włóknem szklanym (typ Plank HD – firmy Fiberline). Kładka została oddana do użytku w 2008 roku. Rozpiętość przęsła z pomostem kompozytowym wynosi 40 m. – Do pomostu użyto 190 m kwadratowych płyt kompozytowych, co stanowi o tym, że jest to jedna z większych takich realizacji w Europie. Nieco więcej tego materiału zużyto w Holandii do budowy kładki służącej do badań zachowań kompozytu z upływem czasu – mówi Przemysław Mossakowski.

Zbrojenie niemetaliczne w konstrukcjach mostowych

Utworzono: wtorek, 02, marzec 2010 08:30 Agnieszka Serbeńska



Przytoczone przykłady są na razie jedynymi praktycznymi zastosowaniami w Polsce. - Większość projektów w tym zakresie jest w fazie badań laboratoryjnych, a więc na etapie analizowania i rozwiązywania problemów związanych ze stosowaniem tych materiałów – zastrzega Przemysław Mossakowski.



Kładka testowa, choć niewielka (rozpiętość 3,52 m), funkcjonuje przy Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Jej dźwigary i pomost wykonano z elementów kompozytowych zbrojonych włóknem szklanym. W prowadzonych obserwacjach analizowane są cechy materiałowe oraz sprawdzane jest jej zachowanie pod różnym obciążeniem. Wnioski z tych badań będą wskazaniemi do projektowania i eksploatacji obiektów wykonanych z materiałów kompozytowych.

Pręty kompozytowe z FRP (Fiber - Reinforced Polymer Composite)

Co spowodowało poszukiwania nowych rozwiązań w dziedzinie materiałów kompozytowych? - Przede wszystkim to wynik problemów związanych z utrzymaniem oraz wpływem negatywnych czynników środowiska na stan obiektów inżynierskich – wyjaśnia Przemysław Mossakowski.

Najwcześniej takimi rozwiązaniami zainteresowała się amerykańska marynarka wojenna. Chodziło o skuteczną ochronę konstrukcji na przykład nabrzeży czy doków, przed agresywnym działaniem słonej wody morskiej. W przypadku obiektów cywilnych na destruktywne działania czynników środowiskowych narażone są płyty jezdne i podpory mostów, jak też elementy konstrukcji kubaturowych, jak płyty stropowe w garażach. - Beton zbrojony poddawany jest działaniu wilgoci, soli, częstych i znacznych zmian temperatury oraz znacznych obciążeń. W dużym stopniu warunki te doprowadzają do degradacji alkalicznej warstwy ochronnej zbrojenia i w końcu do korozji. Pęczniące produkty korozji niszczą beton. Stąd właśnie wzięła się idea poszukiwania materiałów, które nie będą podatne na

czynniki środowiskowe. Zaczęto więc stosować do zbrojenia betonu pręty wykonane z kompozytów – mówi Przemysław Mossakowski.

Kompozyt polimerowy zbudowany jest ze zbrojących go włókien szklanych (GFRP), węglowych (CFRP) lub aramidowych (AFRP). Procentowa zawartość tych włókien w objętości materiału jest różna. Zbrojenie to jest zasadniczym elementem nośnym pręta kompozytowego. Włókna zatapiane są w żywicy, która stanowi matrycę. Jako spoiwo włókien wykorzystywane są żywice różnego pochodzenia: poliestrowe, epoksydowe, winylowe, fenolowe, poliuretanowe. Dobór zależy od technologii stosowanych przez poszczególnych producentów. Do spoiw żywicznych ponadto używa się specjalnych dodatków sprawiających, że ten materiał staje się odporniejszy na ekstremalne czynniki środowiska, jak na przykład silne działanie promieni słonecznych.

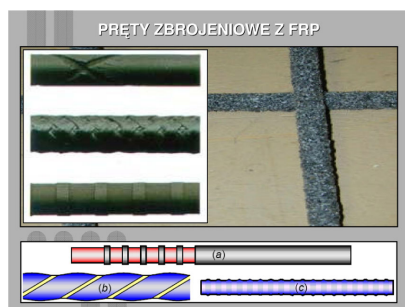
Pręty kompozytowe wykonywane są metodą pultruzji. Polega to na przeciąganiu włókien szklanych, węglowych lub aramidowych przez odpowiednie sita, które nadają włóknom wymagany kierunek i kształt. Następnie te włókna są nasączone żywicą przy udziale wysokich temperatur i ciśnienia. W efekcie końcowym kształt, średnica i długość prętów kompozytowych jest zależny od technologii stosowanej przez danego producenta.

- Niestety, dotąd nie dysponujemy precyzyjnymi normami w zakresie wymagań dla tych materiałów. Owszem, istnieją normy amerykańskie, ale ich nie da się adaptować do europejskich warunków. Zalecenia normowe są już dla kształtowników i pomostów kompozytowych, ale dla prętów niestety ich brakuje, co sprawia, że za każdym razem przy wykorzystaniu tego rodzaju zbrojenia trzeba prowadzić odrębne badania, umożliwiające jego dopuszczenie w danym elemencie konstrukcyjnym – mówi Przemysław Mossakowski.

Pręty kompozytowe stosuje się do zbrojenia betonów. Współpraca z betonem, czyli tzw. przyczepność, w klasycznych rozwiązaniach jest uzyskiwana poprzez użebrowanie. To połączenie może też nastąpić za pomocą powłoki piaskowej, która powstaje po otoczeniu pręta piaskiem w momencie zastygania żywicy. Ponadto stosowane są nacinania spiralne na powłoce, czy powleknięcia piaskiem, a także wykorzystywane jest tworzenie różnego rodzaju żeber ze sznurka nasączonego żywicą. – W tym przypadku mamy do czynienia z wieloma różnymi rozwiązaniami patentowymi. Dlatego w decyzjach o zastosowaniu prętów kompozytowych należy brać pod uwagę informacje producentów dotyczące przyczepności. Wykorzystanie właściwości mechanicznych prętów zależy bowiem od zapewnienia odpowiedniej ich współpracy z betonem – zastrzega Przemysław Mossakowski.

Zbrojenie niemetaliczne w konstrukcjach mostowych

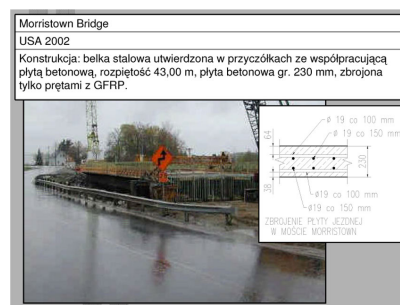
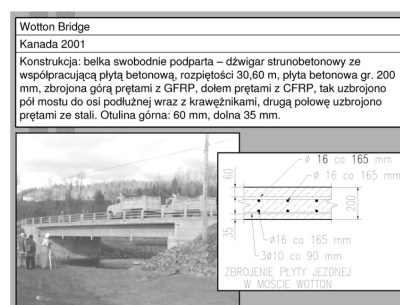
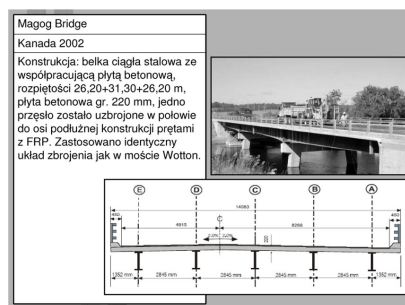
Utworzono: wtorek, 02, marzec 2010 08:30 Agnieszka Serbeńska



Zalety i wady kompozytowych prętów oraz ich zastosowania – o tym mówi Przemysław Mossakowski z Instytutu Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej.

zbrojenie-niemetaliczne-w-konstrukcjach-mostowych

W Polsce dotychczas nie ma żadnych zastosowań prętów kompozytowych. Być może przy Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej uda się do celów badawczych wybudować kładkę z niekonwencjonalnym zbrojeniem. Pręty kompozytowe powszechnie stosowane są w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie. Jednak nawet tam nie są one wykorzystywane w głównych elementach konstrukcji. Służą one do częściowego dozbrajania.



W produkcji prętów kompozytowych zużywa się dużo mniej energii w stosunku do produkcji tradycyjnych zbrojeń. Przemysław Mossakowski szacuje, że w produkcji danej ilości materiału zbrojeniowego, w przypadku kompozytów potrzeba 20-30 procent tej energii, która zużytkowana zostaje w produkcji stali zbrojeniowej. Kolejnym istotnym walorem prętów kompozytowych jest ich łatwiejsza utylizacja.

Zbrojenie niemetaliczne w konstrukcjach mostowych

Utworzono: wtorek, 02, marzec 2010 08:30 Agnieszka Serbeńska

Materiał ten jest bowiem urabialny, więc po wyeksploatowaniu bez trudności można go przemieścić, skruszyć czy pociąć. Zatem jest to materiał proekologiczny.

Produkcja prętów kompozytowych skupiona jest przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych i w Japonii. W Europie dotychczas funkcjonuje jedna fabryka. Przy tym produkcja kompozytów ma odmienny charakter w stosunku do hut i stalowni wytwarzających tradycyjne zbrojenia. Przedsiębiorstwa zajmujące się tą produkcją są fabrykami, które ze względu na skalę i charakter można określać manufakturami. Równocześnie te fabryki są w stanie na zamówienie klienta wyprodukować pręty o długościach niestandardowych, nawet do 30 m.

Agnieszka Serbeńska

Artykuł powstał na podstawie prezentacji mgr inż. Przemysława Mossakowskiego, którą omawiał podczas lutowego posiedzenia Sekcji Inżynierii Komunikacyjnej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk.